



Efterisolering af hulrum i etageadskillelser

For etageejendomme opført i perioden ca. 1850 - 1920 er etageadskillelser typisk udført som træbjælkelag.

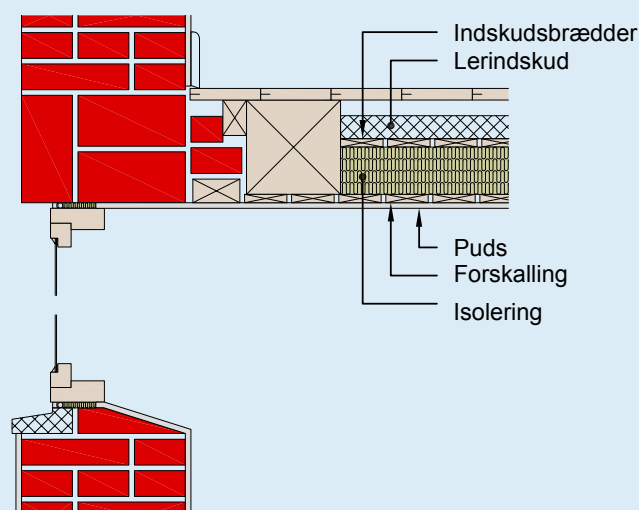
Her kan efterisolering af etageadskillelserne udføres ved indblæsning af isolering i hulrummet i etageadskillelsen. Det kan være en mulighed, hvis kælder eller loft er uopvarmede rum, men fx benyttes til opbevaring, og hvor man ikke kan isolere under eller over etageadskillelsen, eksempelvis på grund af manglende rumhøjde, rør under kælderloftet eller ønsket om at bevare eksisterende gulvbelægning på loftet.

Hvis der er tilstrækkelig med rumhøjde i den uopvarmede kælder, henvises til energiløsningen "Efterisolering af gulv over uopvarmet kælder". Hvis det uopvarmede loftrum ikke benyttes, henvises til energiløsningen "Efterisolering af loft".

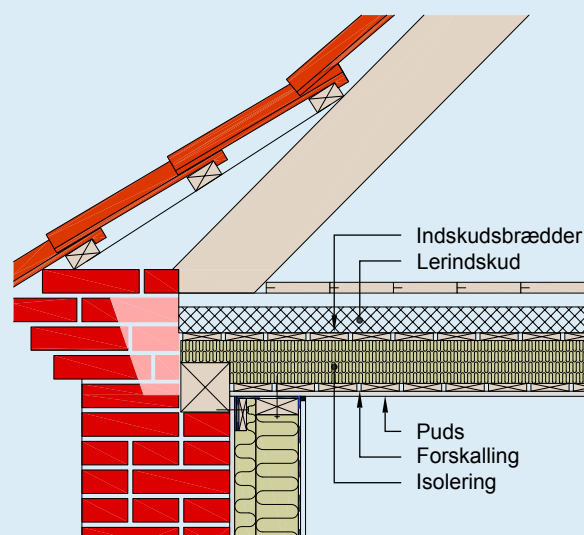
Efterisolering af etageadskillelser medfører, at temperaturen i de uopvarmede rum falder, hvilket vil betyde højere relativ luftfugtighed i rummene. Afhængig af de eksisterende varme- og fugtforhold, kan denne ændring betyde, at rum, der tidligere fremstod tørre, fremover kan få et u hensigtsmæssigt højt fugtindhold. Dette kan især have betydning, hvis der er organiske materialer i de uopvarmede rum. Fugt mæssigt kan risikoen nedbringes, hvis der samtidig med efterisoleringen udføres tiltag, der reducerer fugttilførslen.

Fordele

- Mindre varmetab gennem etageadskillelsen
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Varmere overflader og mindre træk
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂-udledning
- Husets værdi forøges



Figur 1: Isolering af etageadskillelse over kælder ved indblæsning af isolering i hulrum under lerindskuddet.



Figur 2: Isolering af loft og tagfod ved indblæsning af isolering i hulrummet under lerindskuddet. Hvis facaden samtidig isoleres indvendigt opnås god sammenhæng mellem isoleringslag på loftet og facaden, og kuldebroen ved tagfoden vil blive brudt.

Anbefaling til isoleringstykkelse ved efterisolering

Ved indblæsning i etageadskillelser vil hulrummet mellem gulv, indskud og loft være afgørende for hvor meget isolering, der kan tilføres. Mod uopvarmet loftrum vil isolering kun med indblæsning normalt ikke opfylde kravene i BR, men tiltaget er stadig attraktivt i forhold til at nedbringe energiforbruget og hæve rumkomforten.

Hvis der er plads i kælderen under den isolerede etageadskillelse til supplerende isolering, så anbefales en samlet isoleringstykkelse på:

Minimum: 150 mm isolering

Løsningen kræver, at der indbygges tæt dampspærre på den varme side af konstruktionen.

Hvis isolering af etageadskillelse sker mod uopvarmet krybekælder, vil supplerende isolering kræve yderligere konstruktive tiltag for at sikre mod risiko for fugtrelaterede skader.

Hvis der er plads i loftrummet over den isolerede etageadskillelse til supplerende isolering, så kan der isoleres her.

Løsningen kræver, at der indbygges tæt dampspærre på den varme side af konstruktionen, hvis ikke der er et tæt pudset loft eller fuldspartlet gipspladebeklædning. Derudover kræves bl.a. god ventilation i loftrummet, sunde og tørre konstruktioner og mulighed for inspektion.

Energibesparelse

Energibesparelser ved indblæst isolering mod uopvarmet loft

Eksisterende forhold og isoleringstykkelse	Mod uopvarmet loft: Tykkelse på indblæst isoleringsgranulat			
	75 mm U = 0,37	100 mm U = 0,30	125 mm U = 0,25	150 mm U = 0,21
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år			
10" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder				59
9" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder			55	
8" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder		51		
7" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder	45			

Energibesparelsen er beregnet for etageadskillelser med hulrum og indskudslag af ler, tørv og lignende gamle isoleringsmaterialer.

Energibesparelser ved indblæst isolering mod uopvarmet kælder

Eksisterende forhold og isoleringstykkelse	Mod uopvarmet kælder: Tykkelse på indblæst isoleringsgranulat			
	75 mm U = 0,35	100 mm U = 0,29	125 mm U = 0,24	150 mm U = 0,21
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år			
10" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder				36
9" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder			33	
8" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder		30		
7" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder	27			

Energibesparelsen er beregnet for etageadskillelser med hulrum og indskudslag af ler, tørv og lignende gamle isoleringsmaterialer.



Forudsætning

Efterisoleringen udføres med et til konstruktionen egnet isoleringsmateriale med en lambda-værdi på 37-38 mW/m K.

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.

(højest for nye kedler)

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	En etageejendom har 185 m² uisoleret etageadskillelse mod uopvarmet kælder og 200 m² uisoleret etageadskillelse mod uopvarmet loftrum. Mod kælder består etageadskillelse af 10" bjælkelag med indskudsler. Der isoleres ved indblæsning med 150 mm. Mod loftrum består etageadskillelse af 7" bjælkelag med indskudsler. Der isoleres ved indblæsning med 75 mm. Fjernvarmepris: 0,50 kr. pr. kWh	
Årlig energibesparelse kWh pr. m²	7" bjælkelag mod loftrum: 45 kWh/m ² 10" bjælkelag mod kælder: 36 kWh/m ²	
Årlig energibesparelse kWh fjernvarme	7" bjælkelag mod loftrum: 45 kWh x 200 m ² = 10" bjælkelag mod kælder: 36 kWh x 185 m ² = I alt	9.000 kWh 6.660 kWh 15.660 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	0,50 kr. /kWh x 15.660 kWh = 7.830 kr.	
Årlig CO₂-besparelse kg	0,072 kg/kWh x 15.660 kWh = 1.128 kg/1,1 tons	

Udførelse

Indblæsning af isolering i etageadskillelsen foretages af specialiserede firmaer. Vælg et firma, der er tilknyttet en garantiordning. Tilstand på ydervæg skal undersøges inden indblæsning af isolering, og evt. mangler udbedres. Det er især vigtigt at få lukket af for fugt og utætheder i ydervæggen, før indblæsning foretages.

Indblæsning af isolering kan udføres enten oppefra eller nedefra. Indblæsning kan ske gennem et passende antal huller, der bores udvalgte steder, eller ved optagning af et antal gulvbrædder ved indblæsning oppefra. Isolering indblæses under indskudsler, da hulrummet oftest er størst der. Huller i lofter og

gulve lukkes efter indblæsning af isolering. Ved indblæsning oppefra lukkes huller i indskudsler helt tæt med isolering inden lukning af gulv. Etageadskillelser kan også isoleres udefra ved udtagning af et antal mursten i facaderne og indblæsning ad den vej. Efter indblæsning mures stenene i igen.

Hvis loftspudsen er intakt og tæt, og den samlede isolering er maksimalt 150 mm, vil efterisoleringen kunne ske uden indbygning af dampspærre. Hvis lag med indskudsler i etageadskillelsen fjernes for at øge isoleringstykkelsen til mere end 150 mm, vil indbygning af ny tæt dampspærre være påkrævet. Da indskudsler isolerer mod brand og lyd, vil fjernelse af indskudsler også kræve, at forhold omkring lyd og brand afklares og løses i henhold til gældende krav.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Råd, svamp eller skadedyr	Er etageadskillelsen sund uden råd, svamp eller insektangreb?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Fugt eller skimmelsvamp	Har kælder eller loft tegn på fugt eller angreb af skimmelsvamp?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Mursten, fuger og facade-puds	Er der revnede eller smuldrede mursten, og/eller mangler der fuger i udvendigt murværk?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Etageadskillelsen	Er etageadskillelsen tæt, så isolering vil blive i hulrummet?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Loftpuds	Ved isolering mod koldt tagrum: Er loftspuds intakt, og slutter pudsens tæt mod væg?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 5
Gulvbelægning	Ved isolering mod koldt tagrum: Er der tæt fernis, linoleum eller lignende på gulv i loft?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Isoleringstykkelse	Indblæses der mere end 150 mm isolering?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 7

1. Råd, svamp eller skadedyr

Hvis der er tegn på råd, svamp eller insektangreb i etageadskillelsen, tilkaldes særlig fagkyndig eller forsikringsselskab. Eventuelle skader udbedres, inden efterisolering udføres.

2. Fugt eller skimmelsvamp

Hvis kælder eller loft har det mindste tegn på skimmelsvamp, vil en efterisolering normalt forværre problemet. Kontakt derfor fagfolk.

3. Mursten, fuger og facadepuds

Murværket ud for etageadskillelserne skal være intakt og vandafvisende for at sikre dem mod opfugtning og fugtrelateret råd og svamp. Revnede, forvitrede eller frostsprængte sten skal udtages og erstattes med frostfaste sten. Forvitrede, revnede eller bløde fuger skal

udkradses og efterfuges, så de er hele, fyldte og tætte. Pudsede facader skal udbedres, hvis pudsens er løs eller skaller af.

4. Etageadskillelsen

Etageadskillelsen skal være intakt og tæt, så indblæst isolering kan blive i hulrummet. Eventuelle huller og revner udbedres og lukkes tæt inden indblæsning af isolering.

5. Loftpuds

Loft og samling mellem loft og vægge i opvarmet rum mod koldt tagrum skal være intakt og uden huller og revner for at sikre lufttæthed. Eventuelle huller og revner udbedres og lukkes tæt inden indblæsning af isolering.

6. Gulvbelægning

Ved isolering af etageadskillelse mod tagrum skal det sikres, at gulv i tagrum ikke er belagt med diffusionstæt materiale, da denne belægning vil fungere som dampspærre på den forkerte side af isoleringen og resultere i fugtophobning under belægningen. Hvis det er tilfældet, skal den tætte belægning fjernes inden indblæsning af isolering.

7. Isoleringstykkelse

Hvis der samlet set er en isoleringstykkelse svarende til mere end 150 mm isolering, skal der etableres dampspærre på konstruktionens varme side. Dampspærren skal være tætsluttende ved overgange til andre konstruktionsdele, typisk vægge, samt i samlinger. Dampspærren skal samles over fast underlag og klæbes i samlingerne.

Indeklima

Når etageadskillelser efterisoleres, bliver de indvendige overflader varmere. Hermed mindskes risikoen for kondens på gulvs overside eller lofts underside og deraf følgende skimmelangreb. Samtidig undgås træk fra de kolde overflader.

Loftrummet ovenover eller kælderen nedenunder bliver koldere, når etageadskillelsen efterisoleres. Herved forøges risikoen for fugtproblemer. Det er derfor vigtigt at sørge for at begrænse fugttilførslen og sikre tilstrækkelig ventilation af kælderen/loftrummet.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Ved efterisolering af en etageadskillelse stiller bygningsreglementet krav om at efterisolering gennemføres i det omfang, det er rentabelt, og ikke medfører risiko for fugtskader.

For traditionelt byggeri vil det normalt betyde, at den samlede isoleringstykkelse af eksisterende og ny isolering skal opfylde kravet til en U-værdi på maksimalt $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dette svarer fx til ca. 75 mm mineraluldsisolering (kl. 37 mW/mK).

I konstruktioner med hulrum med plads til isolering vil det normalt være rentabelt af efterisolere hulrummet. Det skal derfor kun dokumenteres, hvis det ikke er rentabelt og fugtteknisk forsvarligt at efterisolere op til U-værdi-kravet ved påføring og yderligere efterisolering af konstruktionen.

Det er kun i tilfælde af at U-værdi-kravet ikke kan opfyldes, at der skal foretages en eftervisning af den manglende rentabilitet. I tilfælde af manglende rentabilitet, stilles der krav om at det efterfølgende undersøges, om en mindre efterisoleringsløsning er rentabel.

En efterisoleringsløsning er rentabel, hvis $\text{Besparelse} \times \text{Levetid} / \text{Investerings} > 1,33$. I investeringen medtages kun omkostninger til udførelsen af selve isoleringsarbejdet, isoleringsmaterialer og evt. ny dampspærre eller flytning af installationer og evt. andet snævert følgearbejde. Levetiden for efterisoleringsarbejdet antages altid at være 40 år og den årlige økonomiske besparelse udregnes med udgangspunkt i det eksisterende isoleringsniveau og den aktuelle varmepris.

I tilfælde af en total udskiftning af en etageadskillelse skal U-værdi-kravet ($0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$) altid opfyldes, uanset rentabilitet.

Virksomhedens stempel og logo:

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Yderligere information

Se udførelsesvejledninger hos isoleringsproducenter.

VIF: VarmeisoleringsForeningens produktoversigt

www.vif-isolering.dk

SBi-anvisning 221: Efterisolering af etageboliger

SBi-anvisning 224: Fugt i bygninger

SBi-anvisning 273: Tage

www.build.dk

BYG-ERFA Erfaringsblade

(19) 15 11 14: Kældervægge- og gulve - fugtsikring og varmeisolering

Tagkonstruktioner med stor hældning - ventilation af tagrum, hanebåndslofter og skunkrum

www.byg-erfa.dk

Kontakt Videncenter for Energibesparelser i Bygninger (VEB)

Du kan ringe til os på tlf. 7220 2255, hvis du har spørgsmål.

Eller gå ind på hjemmesiden:

www.byggerienergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger